

# Mejoramiento de Cobertura de la Señal de Ecuavisa Canal 2 en la ciudad de Guayaquil, Ecuador

Carlos Aguirre Castro <sup>(1)</sup> Washington Medina <sup>(2)</sup>  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación <sup>(1)(2)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) <sup>(1)(2)</sup>  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral <sup>(1)(2)</sup>  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador <sup>(1)(2)</sup>  
caaguirr@espol.edu.ec <sup>(1)</sup> wmedina@espol.edu.ec <sup>(2)</sup>

## Resumen

*Para el mejoramiento de un sistema de transmisión de televisión RF, es muy importante el diseño, ensamblaje y puesta en marcha de todo el sistema radiante, parte fundamental para la correcta transmisión de señal sobre un área específica a cubrir. La cobertura de Ecuavisa Canal 2 en la ciudad de Guayaquil estuvo durante largo tiempo con bajos niveles de intensidad de campo, debido a múltiples inconvenientes que tenía el anterior sistema radiante desde su inicio, hasta que en el año 2003 se decidió actualizar el sistema de antenas con un casi completo rediseño, después del cual los niveles de señal, la calidad de imagen e inclusive la cobertura mejoró de manera notable y satisfactoria como fue el objetivo propuesto en el inicio del proyecto. Se decidió utilizar como estrategia una mayor altura de torre auto soportada, para que la altura media del nuevo sistema radiante sea mucho mayor que el anterior y de esa manera garantizar que con ganancia de las antenas, número de bahías, paneles por bahías y relleno de nulos, se lograra tener un arreglo capaz de cubrir la ciudad de Guayaquil y sus alrededores con mayor intensidad de nivel de señal.*

**Palabras Claves:** Bahía, Inclinación del Lóbulo Principal, Dirección de Aviación Civil, Decibelios por 1 miliwatt, Comisión de Comunicaciones Federales, Centro de Control Operadora de cable Televisión, Helicoidal, Longitud de Onda, Asociación Nacional de Transmisores de Televisión, Comité para el Sistema Nacional de Televisión, Relleno de Nulos, Potencia Isotrópica Radiada Efectiva, Radiofrecuencia, Raíz Cuadrada Media, Muy Alta Frecuencia, VSWR.

## Abstract

*For the improvement of a RF Television transmission System, it is very important the design, assembly and commissioning of all antenna system, it is an essential part for the correct signal transmission over a specific area to transmit. The transmission of the Ecuavisa Channel 2 signal over Guayaquil city was with low field strength signal for long time, due to a lot of inconvenient that the old antennas system had from the beginning, until 2003 the Television Station directive decide to upgrade the antenna system with an almost complete redesign, after that, the signal levels, video and audio quality and even coverage area improved markedly and satisfactory way, as it was proposed like a first objective. We decided to build a new self supported tower like strategy, with an idea to have a taller tower and that the average height of new antenna system be much greater than the previous, and thus ensure that antenna gain, number of bays, panel numbers per bay, and null fill was achieved to have a capable array to cover all the city and its suburban area with greater field strength signal.*

**Keywords:** Bay, Beam Tilt, DAC, dBm, FCC, Headend, Heliax,  $\lambda$ , NAB, NTSC, Null Fill, PIRE, RF, RMS, VHF, VSWR.[1][4]

## 1. Introducción

El problema de sintonizar la señal de Ecuavisa canal 2 en la ciudad de Guayaquil, hasta antes de Junio 2004 era notorio, recibéndose quejas acerca del problema de ver una señal nítida en los televisores, lo cual dio por empezar a evaluar las condiciones de propagación del viejo sistema radiante y las condiciones en que el público televidente recibía la señal. Es por eso que trabajando en conjunto con los fabricantes del nuevo sistema, la empresa JAMPRO, se recomendó trabajar con un sistema el cual sea homogéneo en su transmisión (Omnidireccional) [1], pero que trabaje a una mayor altura media que el anterior sistema, lo que iba a resultar en una señal mucho más fuerte en penetración y de mucha mayor

área de cobertura y con mejores niveles de Intensidad de Campo [1].

Para resolver este problema se plantearon los diferentes inconvenientes de propagación de señal que se tenía, la importancia de la medición de niveles de Intensidad de Campo [1], la consideración de los niveles de pérdidas [2] en el viaje de la señal de la televisión analógica desde el transmisor Harris 10 KW, adquirido en el año 2001, pasando por switches coaxiales y líneas coaxiales rígidas y flexibles [3] para llegar a distribuir la señal en todo el sistema radiante, consistente en un arreglo de 16 paneles distribuidos uniformemente en las cuatro caras de la torre auto soportada.

Se decidió por un sistema de radiación casi omnidireccional [5][6], el cual para el área de la ciudad de Guayaquil, y por el sitio donde se encuentra ubicado el transmisor de la señal, iba a dar un gran resultado de cobertura a la culminación del mismo.

Cuando se dieron los primeros pasos para este proyecto, nunca se llegó a considerar la compra de un nuevo transmisor en el presupuesto del mismo, esa fue una de las razones para que el presupuesto no creciera y se lograr obtener la aprobación por parte de los directivos de la empresa, por eso se mantuvo la idea de seguir trabajando con los dos transmisores analógicos que tiene la empresa, los cuales trabajan como transmisor principal un transmisor Harris Platinum Series HT10LS de 10 Kw de potencia, con amplificadores redundantes de estado sólido, y como respaldo el transmisor de marca Itelco T134B de 20 KW, con 2 KW en estado sólido y con una etapa de amplificación final de tubo al vacío. Con estos transmisores se garantizaría que la señal hacia la ciudad sea irradiada completamente cumpliendo con los estándares de la NTSC [1] (National Television System Committee) y mucho más con el transmisor Harris, el cual con dos etapas ecualizadoras, da como resultado una señal de muy bajo ruido, colores más nítidos y mucha mejor definición que el transmisor Itelco.

Las instalaciones de la estación de Televisión Ecuavisa Canal 2 de la ciudad de Guayaquil, se encuentran en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, aquí la información técnica:

- \* Longitud: 79 52' 46" W
- \* Latitud: 02 10" 36" S
- \* Elevación: 83 Metros Sobre el nivel del mar.

## 2. Metodología o solución tecnológica Implementada

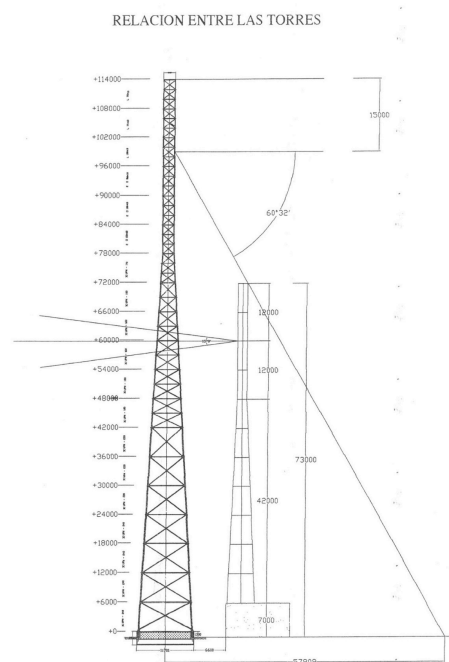
El proyecto para el mejoramiento de la señal de cobertura para la ciudad de Guayaquil correspondiente a la frecuencia de canal 2 VHF [1], se dio luego de verificar deficiencias en los niveles de señal mostrando que en zonas cercanas al punto de transmisión y con línea de vista directa, donde deberíamos tener grado principal [1][4], teníamos resultados muy por debajo de ese grado.

El proyecto tuvo como objetivo la mejora de la cobertura de la señal de Ecuavisa canal 2 en la ciudad de Guayaquil, con un sistema de antenas montado en una torre de mayor altura que la que tenía la empresa hasta esa época (64 metros de altura en el sitio de transmisión) de mayor ganancia sin dar inclinación al lóbulo principal (beam tilt = cero grados) [1] para irradiar al horizonte la señal y tratando de obtener un relleno de nulos del 10%. Además de estos principales objetivos tuvimos que ser cuidados con la selección de

líneas coaxiales y conectores con un mínimo de pérdidas para la potencia y la frecuencia a transmitir [2] y por supuesto la revisión, y ajuste de parámetros para obtener tanto en audio y video que la señal estaba dentro de los estándares internacionales para señales analógicas de acuerdo a la NTSC [1][4] (siglas en inglés para la Comisión para el Sistema Nacional de Televisión), el cual era el estándar adoptado en los Estados Unidos y que el Ecuador acogió desde los inicios de la Televisión Nacional.

## 3. Solución Implementada

El objetivo principal de obtener mayor nivel de intensidad de campo con la señal de Ecuavisa en la ciudad y que el punto de penetración hacia los hogares venga desde mayor altura fue sugerida por Ingenieros de Jampro y acogida por los Ingenieros de Ecuavisa. Realizando cálculos de propagación idealizadas a diferentes alturas, a la frecuencia de 55.25 MHz, y con cálculos de propagación para el área de la ciudad y de pérdidas de espacio libre [1][4] tomados, se decidió por el de solucionarlo con la construcción de una nueva torre auto soportada de mucha mayor altura que la que estuvo operativa hasta el año 2004, como se puede notar la diferencia en la figura 2. [5]



**Figura 1.** Diferencia de altura de torres

Para la construcción de la torre auto soportada de 114m. se decidió contratar a la empresa Envecorp, a la cual se le tuvo que suministrar toda la información técnica acerca del sistema radiante a soportar. Para obtener esta información tuvimos que tener contacto permanente con la empresa fabricante del nuevo sistema radiante (Jampro) para que nos indique

detalles específicos de las antenas, como dimensiones, peso, ubicación y separación horizontal y vertical en la torre. Detalles como éstos los pudimos obtener de manera general de la página web del fabricante para el modelo escogido, como lo muestra la Figura 1 [6]. También se le suministró al fabricante de la torre información que el fabricante envió [5], de una manera más específica, sobre las medidas así como los accesorios para soportarlo y detalles adicionales como ubicación y ancho de la parrilla de cables, ubicación y soportes para otras antenas parabólicas y futura ubicación de la nueva antena de transmisión para el sistema digital de alta definición (HDTV) [3].

#### Información Técnica sobre Sistema Utilizado

##### JHD-LV2

# Bays	Panel Per Bay	Gain (dBS)	Gain (dB)	Antenna Height (ft.)	Net Weight (lbs.)	Windload (psf.)
1	2	3.2	5.1	10.4	442	736
	3	2.2	3.5		660	1131
	4	1.9	2		880	1419
2	2	6.6	8.2	25	880	1587
	3	4.5	6.5		1320	2282
	4	3.3	5.2		1760	2839
4	2	13.2	11.2	50	1760	3194
	3	9.9	8.5		2640	4524
	4	7.1	6.5		3520	5879
6	2	19.8	13	75	2640	4790
	3	13.5	11.3		3960	6786
	4	10	10		5280	8916
8	2	26.3	14.2	100	3520	6387
	3	17.8	12.5		5280	9049
	4	13.2	11.2		7040	11355
12	2	39.6	18	150	5280	9576
	3	26.9	14.3		7920	13572
	4	19.9	13		10560	17028

#### Notes:

1. Input N, 7/16 or 7/8 (other type of connectors on request).
2. Connect cables heliax or double shielded, solid insulated coaxial cable.
3. Weights without mounting hardware, feed system or radomes.
4. Frequency range one channel in Band III (174-230 MHz).
5. Not fill and beam tilt on request.
6. Windloads at 112 mph.

#### Options:

Options available include FCC-Directionalization, Pattern Measurement Service, beam tilt, null fill, and special mounting brackets.

#### Non-Irradiating Radiation:

Since many factors contribute to a station's compliance with the FCC exposure guidelines for radio frequency radiation, JAMPRO Antennas, Inc. cannot accept any responsibility in this matter. The station must examine and determine its status based on each individual situation.

All specifications are subject to change.

P.O. Box 292880, Sacramento, CA 95829-2880

Phone (916) 383-1177 Fax (916) 383-1182

**Figura 2.** Información Técnica antena Jampro Modelo JHD-LV2

La información técnica suministrada al fabricante del sistema radiante incluyó detalles como:

Altura aprobada de torre: 114 metros

Tipo de torre: Auto soportada

Velocidad del viento: 100 Km/h

Tipo de viento: Uniforme – No hielo

Conector entrada: 5 1/8" coaxial heliax

Dieléctrico: Aire

Máxima Potencia: 20 KW

Frecuencia Visual: 55.25 MHz – NTSC-M [1]

Luego de procesada esta información, Jampro recomendó una longitud estimada de 2.40 metros por lado y 36 metros de altura en la sección prismática de la torre [5], para soportar el sistema radiante, recomendaciones que fueron acogidas por la compañía constructora de la torre para trabajar bajo parámetros del equipo a instalar.

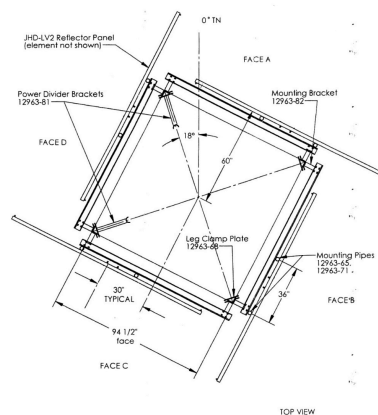
La decisión de construir la torre de un máximo de 114 metros de altura, se tomó basado en la información técnica y los permisos autorizados por parte de la Municipalidad de la ciudad, como

construcción, y la Dirección de Aviación Civil (DAC), como organismo de control del aeropuerto de la ciudad, dado la cercanía que tiene este con el Cerro del Carmen en el ángulo de salida de las aeronaves en la pista de despegue.

Con la construcción de la torre de 114 m. de altura sumada mas la altura del sitio de la estación en el Cerro del Carmen, teníamos una altura de aproximadamente de 197 m. de altura sobre el nivel del mar. La altura media del nuevo sistema radiante iba a estar aproximadamente a 96 m. de la altura del torre comparada con los 60 m. de promedio que tenía la altura media del viejo sistema radiante, es decir, iba a haber un incremento de aproximadamente 36m. de altura promedio para la irradiación de las nuevas antenas, lo cual iba a ser un significativo aumento.

Las antenas por sus características propias de propagación a nivel de la tierra y las de frecuencia, dan saltos en los cuales la ganancia de la señal llega en algunos puntos distantes al punto de transmisión a anularse [1][4], por eso se decidió solicitar un sistema radiante con una característica especial que se denomina relleno o compensación de nulos (Null Fill) [1], el cual disminuye este problema en un cierto porcentaje, para el caso de la estación se solicitó al fabricante un relleno de nulos del 10%, el cual se lo hace con un offset mecánico horizontal a cada una de las antenas a colocarse en las diferentes caras de la torre, como se puede observar en la Figura 3. [5]

#### Ubicación Aproximada de Offset horizontal para relleno de nulos



**Figura 3.** Compensación de nulos

Para este proyecto no se solicitó inclinación del lóbulo principal (Beam tilt)[1], por la idea de proyectar mayor intensidad al horizonte y no concentrar la ganancia solo en las cercanías del punto de transmisión.

El sistema montado en la nueva torre tiene una ganancia en conjunto de 8.1 dB, acoplados a una

impedancia característica teórica de 50 Ohms y con 10 KW de potencia, aunque por consideraciones de trabajo y uso equivalente de los equipos se tiene que utilizar el otro transmisor, si no se presentaran inconvenientes de otra índole con el transmisor principal Harris. Se realizó la selección de cables y accesorios para el sistema de transmisión [2], de acuerdo a la frecuencia y potencia a utilizar, cuidando que la atenuación o pérdida en líneas coaxiales sea la mínima posible.

Cuando se culminaron los trabajos de montaje de torre, ensamblaje de las antenas y su respectivo montaje en la torre de acuerdo a las especificaciones iniciales del fabricante, se cuidó al mínimo detalle para que el montaje de los conectores sobre la línea coaxial esté bien hecho, el montaje de los divisores de potencia y sus respectivos accesorios y cables hacia las antenas estén en las distancias y posiciones sugeridas por el fabricante [5], sin sufrir daños ni roturas, todo de acuerdo al cronograma que se propuso desde un principio del proyecto.

Al arranque del sistema, se encendió el transmisor Harris con una potencia mínima, para ir monitoreando la respuesta de la potencia reflejada. La respuesta fue casi perfecta, se logró obtener resultados con una potencia incidente de 10 KW, se obtenían valores de potencia reflejada de alrededor de 12 Watts como máximo, lo cual daba aproximadamente un valor de VSWR=1.07, de acuerdo con la ecuación para el cálculo de VSWR en función de la potencia incidente y la potencia reflejada. [2]

$$VSWR = \frac{1 + \sqrt{\left(\frac{P_r}{P_i}\right)}}{1 - \sqrt{\left(\frac{P_r}{P_i}\right)}}$$

El nuevo sistema entró a trabajar a plena función el día previo al partido inaugural del mundial de fútbol 2006, después de pasar el trabajo de inspección y comisionamiento que la empresa vendedora del sistema radiante (Jampro), realizó en el sitio con uno de sus ingenieros de antenas, el Ingeniero Wayne C. Martin, quien inspeccionó toda la instalación del sistema, empezando por el transmisor, el cual conectado a una carga (Dummy Load), tuviera sus características de acoplamiento de impedancia a 50 Ohms con un VSWR menor o igual a 1.08[2], el cual lo pasó muy bien. La inspección fue hecha tomando muchos detalles como el aislamiento apropiado entre uniones de conectores, divisores de potencia, paneles reflectores (antenas) y muchos mas allá, en el cual se verificó que las distancias de desplazamiento horizontal de los paneles en cada cara de las torres y la separación vertical entre antenas se haya cumplido completamente de acuerdo a las recomendaciones

enviadas por la fábrica [5]. Todos estos cumplimientos de detalles técnicos y recomendaciones permitieron que el sistema entre a trabajar en pleno funcionamiento el día 8 de Junio del 2006.

#### 4. Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos luego de la implementación del nuevo sistema radiante para canal 2 en la ciudad de Guayaquil, empezaron a ser obtenidos casi de manera inmediata. Visualmente se había logrado obtener un gran cambio, en muchos sectores de la ciudad.

Para la evaluación de resultados de este proyecto se empezó desde hace mucho antes, adoptando un sistema que permita lograr una evaluación de resultados mucho mas uniforme, para lo cual se empezó obteniendo un plano digital de la ciudad de Guayaquil, con el cual, haciendo centro en el punto de transmisión de la estación, proyectaríamos círculos concéntricos con separación desde el primer kilómetro mas una milla para la primera longitud y así sumando una milla para la segunda longitud, hasta la milla 8, y como subdivisión pondríamos radiales empezando por el punto vectorial Norte con separación de 5 grados. Esta división se hizo para conocer con mas claridad y exactitud las posiciones de las futuras mediciones de intensidad de campo [4] y su variación de un sistema radiante y otro.

Para tabular los resultados de estas mediciones, el Departamento de Ingeniería de Ecuavisa, elaboró una hoja electrónica con la ubicación de este sistema de coordenadas, luego de lo cual haciendo una revisión del mapa digitalizado se ubicarían las direcciones de las intersecciones entre los círculos concéntricos y los radiales trazados, quedando estas intersecciones establecidas permanentemente como futuras referencias para dichas mediciones.

Estas direcciones establecidas, son enteramente referenciales, lo cual no significa que sean puntos de medición con línea de vista perfecta, abierta y sin obstáculos. Algunos puntos tabulados aparecen con menor intensidad de campos y otros con mayor. Los que salen con menor intensidad se debe a que con mayores niveles de PIRE [1][4], el número de rebotes de señales dividieron en mayor número la potencia recibida en esos puntos. Eso lo podemos ver evaluando visualmente la señal de Ecuavisa en el sitio, en la que está claramente visible aunque con varias líneas de sombras o perfiles en sus bordes, pero no aparece lluviosa (Señal de video con ruido adicionado a la señal por bajo nivel de recepción en el televisor[1][4])

## 5. Evaluación de Resultados y Calidad de Señal

De acuerdo al instrumento con el que se trabaja para realizar las mediciones de Intensidad de Campo [1][4], podemos obtener diferentes niveles o calidad de señal. De acuerdo a los estándares de la FCC (Federal Communications Commission) organismo regulador de estándares y de las comunicaciones de los Estados Unidos. Para esto la FCC [1] tabuló límites sobre los niveles aproximados de Intensidad de Campo que deberían recibirse en las ciudades y se las categorizaron por grados tal como se muestra en la Tabla 1. [1]

**Tabla 1.** Grados de Intensidad de Campo

	Principal		Grado A		Grado B	
	mV/ M	dBu V/M	mV/ M	dBu V/M	mV/ M	dBuV /M
Canales 2-6	5.0	74.0	2.5	68.0	0.2	47.0
Canales 7-13	7.1	77.0	3.6	71.0	0.6	56.0
Canales 14-83	10.0	88.0	5.0	74.0	1.6	64.0

Esta categorización ayuda a las estaciones de televisión a tener una referencia de cómo la señal irradiada por todo el sistema está trabajando. No sólo ver en los receptores de televisión una señal nítida ayuda a indicarle a los departamentos de Ingeniería de las diferentes estaciones de televisión si la señal está trabajando en óptimas condiciones, tenemos estándares que cumplir como los de Intensidad de Campo irradiado sobre las ciudades [1][4], y en la demodulación de señal hay que cumplir con los estándares de NTSC [1] (National Television System Committe), en lo referente a los niveles de audio y video.

## 6. Conclusiones

1. La recepción de la señal analógica de canal 2 para la señal de Ecuavisa en la ciudad de Guayaquil, tuvo dificultades por haber estado utilizando por muchos años para la irradiación de su señal una torre de muy baja altura para una frecuencia muy baja que usa una longitud de onda grande.
2. La implementación de este nuevos sistema radiante, es el resultado de haber puesto a funcionar un sistema de muy buena ganancia de antenas, más una muy buena altura media de proyección de señal para la ciudad, lo cual se hizo considerando el crecimiento poblacional de la ciudad de Guayaquil, en los últimos años
3. El sistema radiante en conjunto se cambió a excepción del transmisor, manteniendo el tipo de señal analógica que alimentaba a dicho transmisor.
4. El Departamento de Ingeniería de Ecuavisa trabajó muy de cerca con los fabricantes de antenas para televisión de una de las mejores

marcas a nivel mundial, y la información técnica suministrada mutuamente fue perfectamente recibida para indicar a la empresa constructora de la torre auto soportada, todos los detalles que debíamos de cumplir para el éxito del proyecto.

## 7. Agradecimientos

El agradecimiento más grande a la empresa Corporación Ecuatoriana de Televisión S.A (ECUAVISA) y sobre todo al Departamento de Ingeniería de esta Institución, y a quienes han estado al frente de dicho departamento a lo largo de muchos años, ayudando al desarrollo de muchos profesionales, quienes hemos dado y puesto en práctica nuestros conocimientos en el desarrollo de muchos proyectos para el crecimiento de este canal de Televisión y de la comunidad que sigue los programas que ellos transmiten.

## 8. Referencias

- [1] National Association of Broadcasters, *Engineering Handbook*, 2007, 9<sup>th</sup> Edition, pp 53-258.
- [2] Andrew Corporation, "Selecting a Transmission Line for your Broadcast System," Special Publication SP50115, 18 March 1998.
- [3] Andrew Corporation, Catalog 38, *System Planning Worksheet, Accessories, Air dielectric coaxial cable selection Proceedings*, 2000, pp 550-600.
- [4] Tozer, EPJ., *Broadcast's Engineers Reference Book*, Elsevier 1<sup>st</sup>. Ed, 2004, pp 13-202.
- [5] Jampro, "Manual y Descripción Técnica para Sistema Radiante de Ecuavisa Canal 2 para irradiar en la ciudad de Guayaquil, Ecuador," Edición única, 2003, pp 1-18.
- [6] Jampro, TV Antennas Horizontal Polarized dipole Band I Flat panel Antenna, [http://www.jampro.com/uploads/product\\_pdf/tv/Panel/JHD-LV2%20Literature.pdf](http://www.jampro.com/uploads/product_pdf/tv/Panel/JHD-LV2%20Literature.pdf), (Consultado el 26 de Enero 2015)